

PRODUÇÃO LOCAL DE MATERIAIS PARA A SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO

Paulina Faria^{1*}, Miguel P. Amado¹, Fernando Cartaxo²

¹Universidade Nova de Lisboa, Depart. Eng^a Civil - Caparica, Portugal

²Fradical – Fábrica de transformação de Cal, Lda - Charneca da Caparica, Portugal

*Email: paulina.faria@fct.unl.pt

RESUMO: *O artigo apresenta uma proposta de projecto para produção local de materiais de construção, que pode ser aplicado em regiões onde exista carência da construção de edifícios de pequeno porte, bem como de acções de conservação e reabilitação de edifícios existentes. Tem em vista a empregabilidade de populações locais, aumentar a auto-suficiência regional em termos de matéria-prima e de capacitação técnica para a produção de materiais de construção e para a sua aplicação na construção, contribuir para garantir a saúde e o conforto nos ambientes construídos, para a redução dos custos da construção e da reabilitação e para a sua sustentabilidade.*

1. INTRODUÇÃO

Em vários países do mundo realizaram-se, durante décadas, construções de edifícios correntes, e particularmente vocacionados para habitação, sem qualquer preocupação de adequação à região, à exposição, à matéria-prima disponível, às tradições construtivas locais, e até mesmo às necessidades da procura. As técnicas construtivas e arquitectónicas foram quase exclusivamente baseadas na utilização do cimento, utilizado em betões para a realização dos elementos estruturais, em blocos e argamassas para os elementos de compartimentação e de acabamento. Materiais locais e tradicionais foram deixados de parte das escolhas para a construção dos edifícios e até mesmo várias técnicas construtivas em que estes eram utilizados se foram perdendo [Bruno, 2008; Bruno, 2010; Faria, 2010; Faria, 2006^a; Faria, 2007].

Ao fim de décadas de utilização quase exclusiva de elementos com base em cimento, passou a tomar-se consciência que este material (de excelência para muitas aplicações em construção) nem sempre seria o mais adequado para a execução de determinados elementos construtivos, comparativamente a outras possibilidades, pelo menos em termos de economia, saúde, conforto e sustentabilidade. Em vários países ditos desenvolvidos (por exemplo, casos do Norte da Europa, América do Norte e Austrália), especialmente desde há três décadas tem-se vindo a assistir a um renascido interesse, investigação e reapropriação de técnicas construtivas tradicionais e regionais, utilizando matéria-prima local e envolvendo populações também locais - muitas vezes partes mais idosas da população que não tinham ainda esquecido essas técnicas construtivas, utilizadas ao tempo da sua juventude.

São disso exemplo as técnicas de construção de paredes com terra [Faria, 2007], em que esta é aplicada através de diferentes processos construtivos, como sejam a taipa, a alvenaria de adobe ou o tabique revestido, todas elas com uma herança construtiva notável em todo o espaço lusófono. São também disso exemplo várias técnicas de revestimento de paredes, muitas vezes simulando a constituição de paredes com materiais mais nobres que os efectivamente existentes [Faria, 2010].

Relativamente ao caso das paredes de terra e seus revestimentos, a matéria-prima é local, uma vez que praticamente todas as terras, directamente ou após adição de outros materiais simples – caso de fibras, de agregados menos argilosos como a areia, de cal aérea (ligante com muito menor consumo energético que o cimento), de pozolanas – podem ser usadas na construção, através de uma das várias técnicas existentes [Faria, 2007; Gomes, 2010]. Para a estabilidade das paredes, que são - no caso da taipa e da alvenaria de adobe – resistentes, estas apresentam uma espessura apreciável e são maciças. Em virtude da espessura das paredes de terra e ao facto da terra apresentar uma condutibilidade térmica baixa - que é menos de metade da apresentada pelo betão armado – a resistência térmica resultante é elevada e superior à apresentada por paredes de alvenaria de tijolos furados cerâmicos ou de blocos de betão; devido à massa inerente às paredes de terra, a inércia térmica da construção é forte. Estes dois aspectos contribuem fortemente para o bom conforto térmico experimentado no interior da construção. A massa elevada das paredes de terra confere à construção também um bom conforto acústico [Faria, 2007]. Sendo a terra um material natural e poroso, não apresenta efeitos nocivos para a saúde – que por vezes só muitos anos após a utilização se descobrem ser resultado da utilização de materiais “novos” – e contribui para a regulação da humidade ambiente. Quando o edifício já não for pretendido, retirando alguns elementos construtivos (de cerramento de vãos, de cobertura, etc.), pode ser abandonado e “a terra volta à terra”. As paredes de terra apresentam assim vantagens de eficiência técnica ao nível da térmica, da higrotérmica, da acústica, da saúde e da sustentabilidade.

Para além de ser utilizada em paredes, a terra pode também ser utilizada no revestimento de coberturas. Este tipo de elemento construtivo era corrente em algumas regiões. Por exemplo em zonas onde existiam terras com argilas bentónicas, o revestimento de terra tornava-se estanque quando, por acção da água, as argilas expandiam.

Actualmente, e nomeadamente nos países mais desenvolvidos, a terra tornou a ser muito utilizada em coberturas, nomeadamente através da execução de coberturas verdes. Neste tipo de coberturas, desde que a estrutura esteja convenientemente impermeabilizada e a impermeabilização por sua vez protegida, pode ser deixada crescer vegetação preferencialmente autóctone, que não necessite de rega nem manutenção frequente. A camada de terra na cobertura, enquanto seca, contribui também para o aumento do conforto térmico interior; em situações de chuva forte, contribui para a retenção temporária da pluviosidade na cobertura, desfasando a sua descarga na via pública do pico de incidência da chuva; em zonas muito urbanizadas, contribui também para anular o efeito de ilha de calor.

Em alguns dos países Lusófonos, com grandes necessidades de construção de habitação e de edifícios para apoio à população, considera-se importante sensibilizar os técnicos e responsáveis envolvidos no processo, e por sua vez as próprias populações, para as grandes potencialidades que a construção com recurso a materiais locais e naturais, convenientemente estudados e otimizados, pode apresentar, de modo a que não sejam cometidos alguns dos erros que ocorreram noutros países – com a utilização intensiva de elementos construtivos com base em cimento (de elevado consumo energético e durabilidade limitada) e que resultaram na construção de edifícios inadequados às necessidades das populações. Para reforço do potencial do projecto considera-se importante ainda desenvolver parcerias com vista ao levantamento e caracterização da matéria-prima local e eventuais sub-produtos existentes em cada país e região, por forma a ser prevista a sua utilização no futuro processo de construção, promover a criação de pequenas indústrias de produção e preparação desses materiais e a formação de produtores e aplicadores especializados.

O estudo apresentado pretende fundamentar um projecto que visa promover a construção de paredes e revestimentos de edifícios de pequeno porte, com base em materiais sustentáveis,

tradicionais e económicos, produzidos e preparados localmente, a partir essencialmente de terra e de outros produtos locais e de subprodutos gerados e existentes na região, e promover a reparação de revestimentos de edifícios existentes, correntes ou com maior interesse patrimonial, com base no mesmo tipo de materiais, compatíveis com os existentes nas paredes antigas.

2. PROPOSTA DE PROJECTO

Para a execução de paredes e respectivos revestimentos é necessária terra (existente em todo o lado, utilizada directamente ou após optimizada - por peneiração, adição de outros constituintes ou calcinação) [Faria, 2004; Faria, 2005; Rocha, 2005; Santana, 2005; Budak, 2010; Galán-Marin, 2010; Martinez-Reyes, 2010; Gomes, 2010; Gomes, 2011a; Gomes, 2011b; Hossain, 2011], agregados não argilosos (areia, resíduos da exploração da pedra, de material cerâmico ou de outros resíduos) [Matias, 2008; Corinaldesi, 2010; Idir, 2010; Uygunoglu, 2010], cal aérea (proveniente da calcinação de rocha calcária ou dolomítica, ou de calcinação de conchas) [Dheilly, 2002; Potgieter, 2002; Lanas, 2004; Fortes-Revilla, 2006; Campos, 2007; Faria, 2008], fibras resultantes de subprodutos agro-industriais [Gonilho-Pereira, 2011; Izaguirre, 2011; Chindaprasirt, 2011], pozolanas naturais ou artificiais (neste último caso, incluindo as resultantes de tratamento térmico a baixas temperaturas de resíduos) [Charola, 2005; Faria, 2006b; Almeida, 2008; Cordeiro, 2008; Velosa, 2009; Billong, 2011; Pontes, 2011] e eventuais adjuvantes naturais [Izaguirre, 2010; Ventolà, 2011].

É necessário ainda envolver as populações para que reconheçam as potencialidades da construção com estes materiais, para que localmente contribuam para a recolha, a preparação ou produção dos materiais e na sua aplicação na construção nova ou na reabilitação. Para fundamentar o reconhecimento das potencialidades da construção com materiais tradicionais, é necessário conceber soluções-tipo bem definidas, pormenorizadas e estruturadas, que possam ser bem aceites pelas populações, e que possam ser implementadas de modo a minorar a possibilidade de ocorrência de patologia, quer em construção nova, quer na conservação e reabilitação de construções existentes [Faria, 2005; Henriques, 2007; Veiga, 2009; Faria, 2009].

O envolvimento das populações terá também em vista o levantamento de técnicas de revestimento tradicionais, eventualmente aplicadas por antigos artesões, e procurando integrar algumas dessas soluções construtivas em intervenções a efectuar.

Pretende-se apresentar a estruturação de um projecto, tecnicamente suportado que, partindo de um levantamento das matérias-primas e dos subprodutos existentes em cada região, possibilite fomentar a preparação e utilização pela população destas matérias-primas e destes subprodutos, contribuindo para a promoção da empregabilidade, envolvendo socialmente as comunidades locais, evitando assim a deposição de resíduos e o desperdício de recursos [Amado, 2005], desenvolvendo e optimizando técnicas construtivas, melhorando o conforto e a habitabilidade dos edifícios, e nomeadamente das habitações, e permitindo aumentar o parque habitacional a custos reduzidos e de forma sustentável. Trata-se, assim, de um projecto que se enquadra numa perspectiva de sustentabilidade ambiental e social [Amado, 2009], e ainda de promoção de tecnologias e práticas construtivas técnica e economicamente eficientes e sustentáveis.

O projecto terá início com a implementação da produção de cal aérea, preferencialmente em pasta a partir de rocha calcária ou dolomítica, onde estas rochas forem abundantes e preferencialmente existirem como resíduo da exploração de pedreiras ou/e onde existir abundância de conchas. A casca de ostra e de outros moluscos é um subproduto existente em

abundância em zonas costeiras, como é o caso da Guiné-Bissau e de Moçambique, a maior parte das vezes sem qualquer aproveitamento ao nível da reintrodução no processo produtivo. Tanto a rocha como as conchas constituem uma matéria-prima rica em carbonato de cálcio (ou carbonato de cálcio e de magnésio), que após calcinação a cerca de metade da temperatura de cozedura do cimento se transforma em óxido de cálcio. Este por sua vez, após hidratação (ou extinção) com água, transforma-se em hidróxido de cálcio, com óptimas potencialidades para ser aplicada nas construções: como estabilizador de terra para a execução de paredes de taipa, de alvenaria de blocos de adobe ou de blocos de terra comprimida [Rocha, 2005; Gomes, sd; Vega, 2011]; para a execução de argamassas com base em cal [Lanas, 2003; Lanas, 2006; Faria, 2011] ou em terra [Pkla, 2003] para assentamentos das alvenarias ou para a execução de rebocos interiores e exteriores; para a execução de revestimentos por pintura com base em cal [Brito, 2011].

Ao nível dos revestimentos e acabamentos, a utilização desta cal será fundamental não só para construção nova mas também ao nível da reabilitação de edifícios existentes.

2.1. Produção de cal aérea

Pretende-se analisar a viabilidade técnica e económica para a implementação de pequenas unidades de produção de cal aérea, em pó ou em pasta, a partir de conchas ou de restos de rocha proveniente da indústria extractiva, utilizando a biomassa como combustível.

Para tal, proceder-se-á à:

Produção de cal viva

- análise da matéria-prima para a produção da cal (rochas calcárias, dolomíticas, conchas);
- desenvolvimento e preparação da matéria-prima e do equipamento e processo de calcinação;
- concepção de fornos de pequenas dimensões adequados à calcinação da rocha e das conchas e ao combustível utilizado (casca de coco ou outra biomassa, a aferir localmente);
- formação de agentes locais para a produção da cal viva e sua comercialização.

Produção de cal para a construção

- análise de matéria-prima para a hidrofugação da cal em pasta a partir de produtos orgânicos renováveis (subprodutos de óleos vegetais ou animais);
- formação de agentes locais para a hidratação da cal simples e da cal hidrofugada e sua preparação para actividades de manutenção e construção de edifícios (cal em pasta, água de cal, leite de cal, cal em pó hidratada), e sua comercialização.

2.2. Produção de pozolanas, pigmentos, fibras e agregados

Pretende-se analisar a viabilidade técnica e económica para a implementação de pequenas unidades de produção de pozolanas, a partir de rochas, argilas ou subprodutos, utilizando a biomassa como combustível, bem como de pigmentos, fibras e agregados reciclados.

Para tal, proceder-se-á à:

Produção de adições pozolânicas e de pigmentos

- análise de matéria-prima para a produção de pozolanas (naturais ou artificiais – maioritariamente provenientes de subprodutos) e de pigmentos naturais locais;

- caracterização e desenvolvimento do processo de preparação e produção de pozolanas (tratamentos térmicos e de granulometria) para aplicação na estabilização de terra para a construção de paredes e em argamassas, incluindo equipamentos necessários para a calcinação e moagem;
- recolha, caracterização e preparação de pigmentos naturais locais para coloração das caiações e eventualmente das argamassas para acabamento;
- informação e formação de agentes locais para a produção e comercialização de pozolanas e de pigmentos.

Produção de fibras e de agregados

- análise de matéria-prima a utilizar como fibras (vegetais, animais ou provenientes da indústria têxtil local);
- caracterização e desenvolvimento do processo de preparação das fibras para aplicação na construção de paredes e de argamassas;
- caracterização de agregados para estabilização de terras para construção de paredes e para a execução de argamassas (areias, resíduos da exploração de pedreiras, de materiais cerâmicos, e outros resíduos)
- informação e formação de agentes locais para a produção e comercialização de fibras e de agregados.

2.3. Desenvolvimento de projectos simples para habitação ou outros edifícios de pequeno porte

Principalmente com base nas exigências familiares actuais pretendem desenvolver-se projectos simples de habitação, adequados às especificidades nacionais e regionais. Para tal proceder-se-á ao:

- levantamento de tipologias construtivas mais correntes e adequadas ao agregado familiar-tipo;
- desenvolvimento de projecto-tipo de habitação, a construir a partir de técnicas de terra.

2.4. Produção de paredes de terra

Pretende-se proceder à formação de agentes locais para a produção de blocos de adobe e de blocos de terra comprimida para a execução de paredes de terra, e à preparação de terra para a execução de paredes, utilizando terra estabilizada, através das técnicas construtivas da taipa, da alvenaria de adobe ou de blocos de terra comprimida. Para tal proceder-se-á à:

- caracterização simples de alguns tipos de solos e sua comparação com solos utilizados em diferentes técnicas construtivas;
- estabilização de solos (com cal, com pozolanas, com agregados e/ou com fibras) para realização de elementos para alvenarias (blocos de adobe ou de terra comprimida) e para preparação da terra para a taipa e sua caracterização;
- produção de taipais para a execução da taipa, de moldes para a execução de adobes e de equipamento simples de compressão para a produção de blocos de terra comprimida;
- informação e formação de agentes locais para o fabrico de blocos para alvenarias e para a execução das paredes de alvenaria e de taipa.

2.5. Produção de argamassas para assentamento de alvenarias e para reboco de paredes

Pretendem otimizar-se argamassas para o assentamento de alvenarias de blocos de adobe ou de terra comprimida e para o revestimento, interior e exterior de paredes, de edifícios novos e para a reparação de edifícios existentes. Estas, aplicadas em sistemas de reboco, têm a função de proteger as paredes e, dessa forma, têm de apresentar compatibilidade com essas mesmas paredes. Para tal proceder-se-á à:

- caracterização e preparação de terra para aplicação em argamassas;
- optimização de traços volumétricos entre os diferentes constituintes (terra, cal, pozolana, agregado), em função dos tipos de aplicação;
- execução e caracterização de argamassas (para assentamento de alvenarias e para a execução de rebocos);
- informação e formação de agentes locais para a produção de argamassas eventualmente pré-doseadas e para a aplicação de rebocos.

2.6. Aplicação de acabamento por pintura e outros acabamentos decorativos de paredes

Os acabamentos por pintura têm como função proteger os rebocos de revestimento das paredes ou, se a aplicação destes últimos for obviada, proteger directamente as paredes sobre os quais são aplicados. Têm de ser compatíveis com os suportes sobre os quais são aplicados. Para além dessa questão técnica, desempenham ainda funções estéticas. Para além dos revestimentos por pintura, utilizam-se nacional e regionalmente várias técnicas em acabamentos decorativos de paredes, que muito contribuem para a apropriação das construções pelas populações, relativamente a aspectos sociais, mas ainda no respeitante a aspectos culturais e de interesse patrimonial. Para tal proceder-se-á a:

- levantamento de técnicas tradicionais de acabamento utilizadas;
- execução e caracterização de produtos para acabamento (barramentos, tintas à base de cal pigmentadas, consolidantes naturais);
- informação e formação de agentes locais para a aplicação de acabamentos por pintura e de outros acabamentos decorativos.

3. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Considera-se que a utilização de materiais locais, principalmente produzidos a partir de subprodutos ou resíduos, e a possibilidade das actividades serem desenvolvidas com a população local, confere importância ao projecto e torna-se uma mais valia para o processo de desenvolvimento das sociedades num quadro de sustentabilidade.

De igual modo a reduzida necessidade de investimento e a possibilidade de se desenvolver sem necessidade de tecnologia muito elaborada demonstra a viabilidade técnica económica do projecto e reforça a já referida sustentabilidade do processo face às valias para a sociedade, nomeadamente em termos da contribuição que pode ter para a geração de emprego.

Haverá necessidade que se constitua, a nível local, uma bolsa de técnicos formados em diferentes áreas tecnológicas, que estejam dotados de competências (de acordo com os diferentes pontos do projecto definidos no ponto anterior – recolha e preparação de materiais,

resíduos ou subprodutos, sua preparação e produção, comercialização local e aplicação na construção), que disseminem o seu conhecimento.

Finalmente a possibilidade de, através do projecto descrito, e dos parceiros nacionais de cada país, se encontrarem soluções que possam ser padronizadas para diferentes locais de estudo, mas mantendo especificidades locais para a apropriação por parte das populações, reforça o potencial do projecto, possibilitando que seja interactivo com a sociedade e dinâmico, envolvendo vários intervenientes para o seu desenvolvimento, aplicabilidade e divulgação.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia aos projectos de investigação LIMECONTECH (PTDC/ECM/100234/2008) e METACAL (PTDC/ECM/100431/2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida N.G, Faria P, Pinto A.P. Lime mortars with rice husk ash for ancient masonry. In Historic Mortars Conference. Lisbon; 2008 (CD-rom).

Amado M.P. Planeamento Urbano Sustentável, Editorial Caleidoscopio, SA, Casa de Cambra, 2005.

Amado M.P et al. Relatório da concessão de Terras em Angola. Caparica, FCT-UNL 2009.

Billong N, Melo U.C, Kamseu E, Kinuthia J.M, Njopwovo D. improving hydraulic properties of lime-rice husk ash (RHA) binders with metakaolin (MK). Construction and Building Materials, 25; 2011 p.2157-2161.

Brito V, Gonçalves T.D, Faria P. Coatings applied on damp substrates: performance and influence on moisture transport. J. Coating Technology and Research, 2011. Doi: 10.1007/s11998-010-9319-5.

Bruno P, Faria P. Cabanas de materiais vegetais na Herdade da Comporta. Tradição construtiva e novas abordagens. In Terra em Seminário 2010, Coimbra; 2010 p.240-243.

Bruno P, Faria P. Earth mortars use on neolithic domestic structures. Some case studies in Alentejo, Portugal. Conservar Património, 8; 2008 p.5-12.

Budak M, Akkurt S, Boke H. Evaluation of heat treated clay for potential use in intervention mortars. Applied Clay Science, 49; 2010 p.414-419.

Campos M, reis A, Tristão F, Rocha-Gomes L. A utilização de cal conchífera em monumentos históricos no espírito Santo. In Congresso Português de Argamassas de Construção. Lisboa; 2007 (CD-rom).

Charola A.E, Faria-Rodrigues P, McGhie A.R, Henriques F.M. Pozzolanic components in lime mortars: correlating behaviour, composition and microstructure. Restoration of Buildings and Monuments, 11, 2; 2005 p.111-118.

Chindaprasirt P et al. Plaster materials from waste calcium sulfate containing chemicals, organic fibers and inorganic additives. Constructions and Building Materials; 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.03.004.

Cordeiro G.C, Toledo Filho R.D, Tavares L.M, Fairbairn E.M. Pozzolanic activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars. Cement and Concrete Composites, 30: 2008 p.410-418.

Corinaldesi V, Moriconi G, Naik T. Characterization of marble powder for its use in mortar and concrete. *Construction and Building Materials*, 24; 2010 p.113-117.

Dheilly R.M, Tundo J, Sebai bi Y, Quéneudec M. influence of storage conditions on the carbonation of powdered Ca(OH)_2 . *Construction and Building Materials*, 16; 2002 p. 155-161.

Faria P, Martins A. Influence of cure conditions on lime and lime-metakaolin mortars. In 12th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vol.2, Porto; 2011 p.713-720.

Faria P, Tavares M, Menezes M, Veiga R, Margalha G. Traditional Portuguese techniques for application and maintenance of historic renders. 2nd Historic Mortars Conference and RILEM TC 203-RHM Final Workshop; RILEM Pro 078. Prague; 2010 p. 609-617.

Faria-Rodrigues P. Resistance to salts of lime and pozzolan mortars. RILEM Pro 067 - Repair Mortars for Historic Masonry; 2009 p.99-110.

Faria P, Henriques F, Rato V. Comparative evaluation of aerial lime mortars for architectural conservation. *J. Cultural Heritage*, 9, 3; 2008 p.338-346.

Faria-Rodrigues P, Henriques F. Construções em terra crua: conservação do património existente e perspectivas futuras. In 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Porto; 2006 p.273-282.

Faria-Rodrigues P, Henriques F. Subprodutos industriais como componentes pozolânicos em argamassas de cal aérea. In 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto; 2006 p. 295-305.

Faria-Rodrigues P. Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias. *MUSA*, 2; 2007 p.149-155.

Faria-Rodrigues P. Earth construction conservation: pathologies due to water. In *Houses and Towns Built With Earth: Conservation, Significance and Urban Quality*. Lisbon; 2006 p.46-48.

Faria-Rodrigues P. Rendering of raw earth walls. In *Earth Architecture in Portugal*. Lisbon; 2005 p. 68-73.

Faria-Rodrigues P, Paredes de terra crua. Condicionantes associadas aos seus revestimentos. *Pedra & Cal*, VI, 24; 2004 p.14-15.

Fortes-Revilla C, Martínez-Ramírez S, Blanco-varela M.T. Modelling of slaked lime-metakaolin mortar engineering characteristics in terms of process variables. *Cement and Concrete Composites*, 28; 2006 p.458-467.

Galán-marín C, Rivera-Gómez C, Petric J. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*, 24; 2010 p.1462-1468.

Gomes I, Faria P. Repair mortars for rammed earth constructions. In 12th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vol.2, Porto; 2011 p.689-696.

Gomes I, Lopes M, Brito, J. Seismic resistance of earth construction in Portugal. *Engineering Structures*, 33; 2011 p.932-941.

Gomes I, Gonçalves T.D, Faria P. Unstabilised rammed earth: characterization of the soils used in six old constructions in Alentejo and comparison to normative requirements. Submitted to *Construction and Building Materials* (2010).

Gonilho-Pereira C, Faria P, Fangueiro R, Vinagre P, Ratão S, Pereira N. Performance assessment of waste fibre-reinforced mortar. VI International Materials Symposium MATERIAIS 2011. Guimarães, April 2011.

Henriques F, Charola E, Rato V, Faria P. Development of biocolonization resistant mortars: preliminary results. *Restoration of Buildings and Monuments*, 13, 6; 2007 p.389-400.

Hossain K, Mol L. Some engineering properties of stabilized clayey soils incorporating natural pozzolans and industrial wastes. *Construction and Building Materials*, 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.03.042.

Idir R, Cyr M, Tagnit-Hamou A. Use of fine glass as ASR inhibitor in glass aggregate mortars. *Construction and Building Materials*, 24; 2010 p.1309-1312.

Izaguirre A, Lanas J, Alvarez J.I. Effect of a polypropylene fibre on the behavior of aerial lime-based mortars. *Construction and Building Materials*, 25; 2011 p. 992-1000.

Izaguirre A, Lanas J, Álvarez J.I. Behaviour of a starch as a viscosity modifier for aerial lime-based mortars. *Carbohydrate polymers*, 80; 2010 p.222-228.

Lanas J, Alvarez J.I. Masonry repair lime-based mortars: factors affecting the mechanical behavior. *Cement and Concrete Research*, 33; 2003 p. 1867-1876.

Lanas J, Alvarez J.I. dolomitic limes: evolution of the slaking process under different conditions. *Termochimica Acta*, 423; 2004 p.1-12.

Lanas J, Pérez Bernal J.L, Bello M.A, Alvarez J.I. Mechanical properties of masonry repair dolomitic lime-based mortars. *Cement and Concrete Research*, 36; 2006 p. 951-960.

Martinez-Reyes J, Alvarez-Ramírez R, Montes_garcía P, Jiménez-Quero V. Mineralogical effect on the pozzolanic reactivity of a Mexican lacustrine soil. *Construction and Building Materials*, 24; 2010 p.2650-2657.

Matias G, Faria P, Torres I. Lime mortars with brick dust and grounded particles for ancient masonry: development and evaluation. In *Historic Mortars Conference*. Lisboa; 2008 (CD-rom).

Pkla A, Mesbah A, Rigassi V, Morel J.C. Comparaison de methods d'essais de mesures des caractéristiques mécaniques des mortiers de terre. *Matériaux et Constructions*, 36 ; 2003 p.108-117.

Pontes J, Santos Silva A, Faria P. Evaluation of pozzolanic reactivity of artificial pozzolans. VI International Materials Symposium MATERIAIS 2011. Guimarães, April 2011.

Potgieter J.H, Potgieter S.S, Moja S.J, Mulaba-bafubiandi A. An empirical study of factors influencing lime slaking. Part I: production and storage conditions. *Minerals Engineering*, 15; 2002 p.201-203.

Rocha M, Faria-Rodrigues P. Contribuição para a caracterização de paredes de terra crua. In *IV Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra*. Monsaraz; 2005 (CD-rom).

Santana T, Faria-Rodrigues P. Ensaio de caracterização laboratorial de solos com vista à sua utilização em arquitetura de terra crua. In *IV Seminário Ibero-Americano de Construção em Terra*. Monsaraz; 2005 (CD-rom).

Uygunoglu T, Topçu I.B. The role of scrap rubber particles on the drying shrinkage and mechanical properties of self-consolidating mortars. *Construction and Building Materials*, 24; 2010 p-1141-1150.

Vega P, Juan A, Guerra M.I, Morán J, Aguado P, Llamas B. Mechanical characterisation of traditional adobes from the north of Spain. *Construction and Building Materials*, 25; 2011 p.3020-3023.

Veiga M.R, Velosa A, Magalhães A. Experimental applications of mortars with pozzolanic additions: characterization and performance evaluation. *Construction and Building Materials*, 23; 2009 p. 318-327.

Velosa A, Rocha F, Veiga R. influence of chemical and mineralogical composition of metakaolin on mortar characteristics. *Acta Geodyn. Geomater.*, 6, 1; 2009 p.121-126.

Ventolà L, Vendrell M, Giraldez P, Merino L. Traditional organic additives improve lime mortars: new old materials for restoration and building natural stone fabrics. *Constructions and Building Materials*; 2011, doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.03.020.